

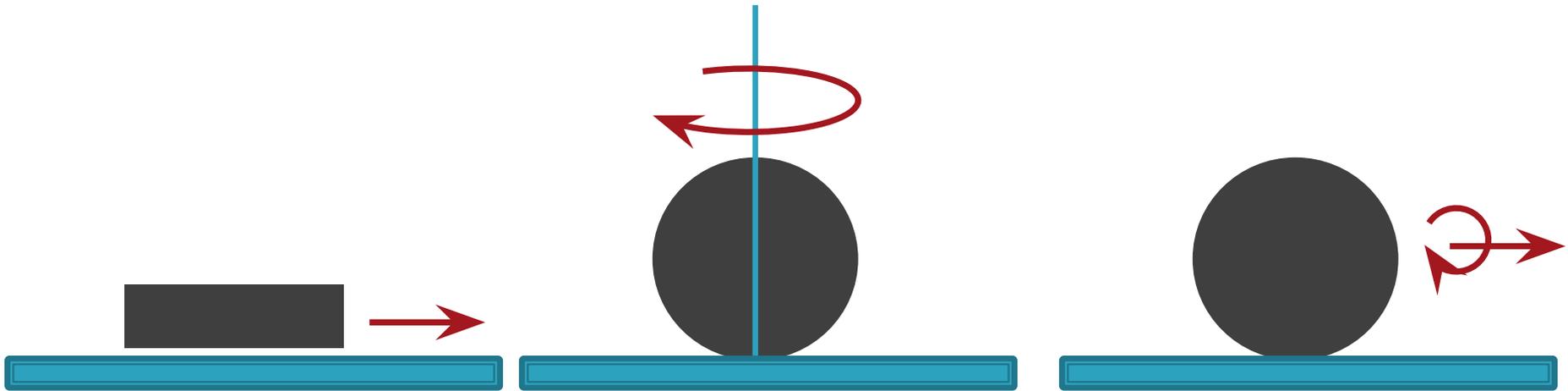
ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЕ (ПЛОСКОЕ) ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА

*ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ.
КИНЕМАТИКА*

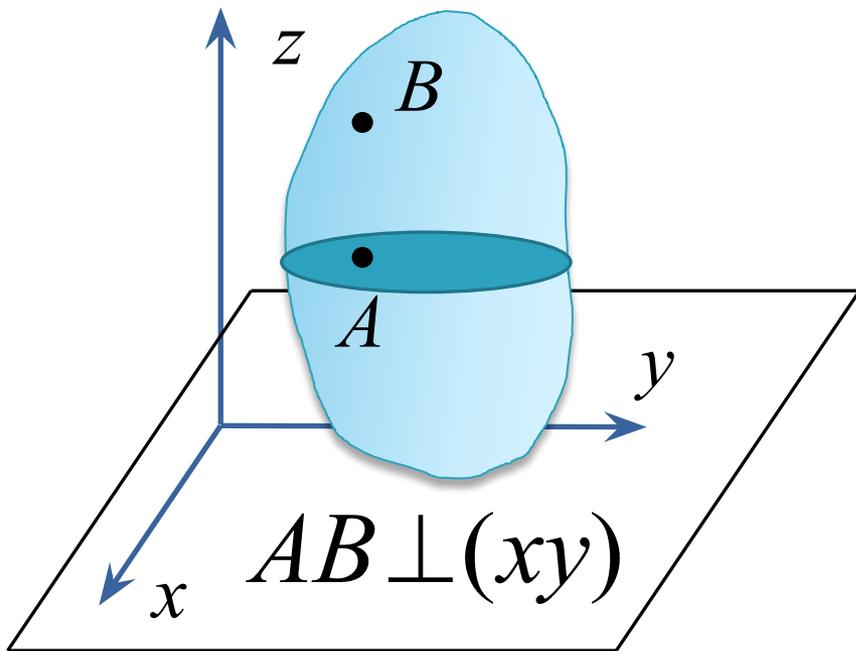
ЛЕКЦИЯ 3

ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Плоским называется движение, при котором все точки тела двигаются параллельно какой-либо неподвижной плоскости.

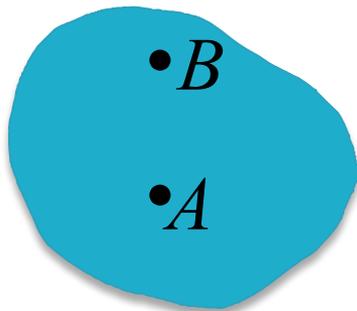


ОПИСАНИЕ ПЛОСКОГО ДВИЖЕНИЯ



Точки A и B двигаются одинаково.

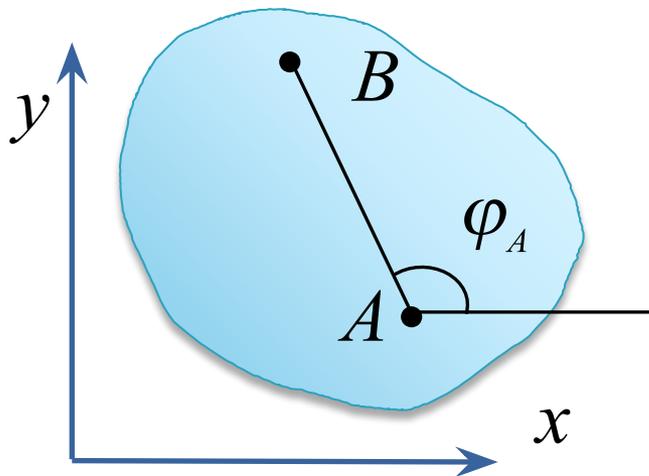
Для описания плоского движения достаточно описать движение любого сечения тела плоскостью, параллельной неподвижной плоскости (xy) .



В плоскости движение фигуры задается координатами двух точек. Из этих четырех координат линейно независимыми являются три.

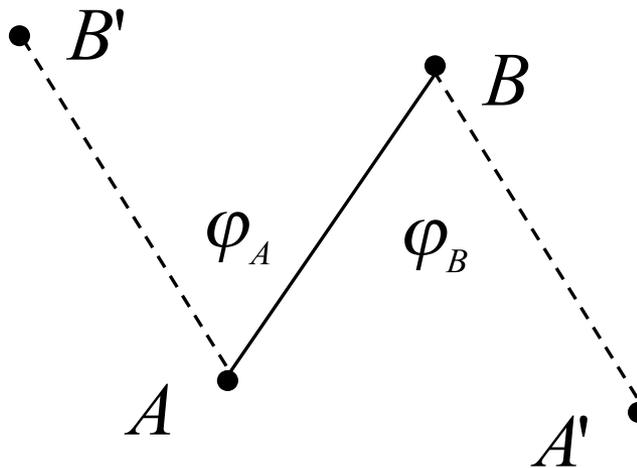
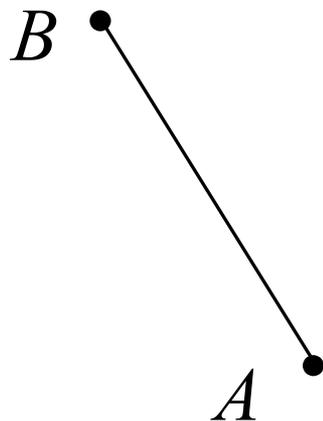
Тело при плоском движении имеет три степени свободы

ОПИСАНИЕ ПЛОСКОГО ДВИЖЕНИЯ



Для описания движения точки A , которую назовем полюсом, задаются две ее координаты.

Для описания движения точки B задается угол поворота ($AB = const$).



$$\varphi_A = \varphi_B = \varphi$$

$x_A(t), y_A(t), \varphi(t)$ - законы движения

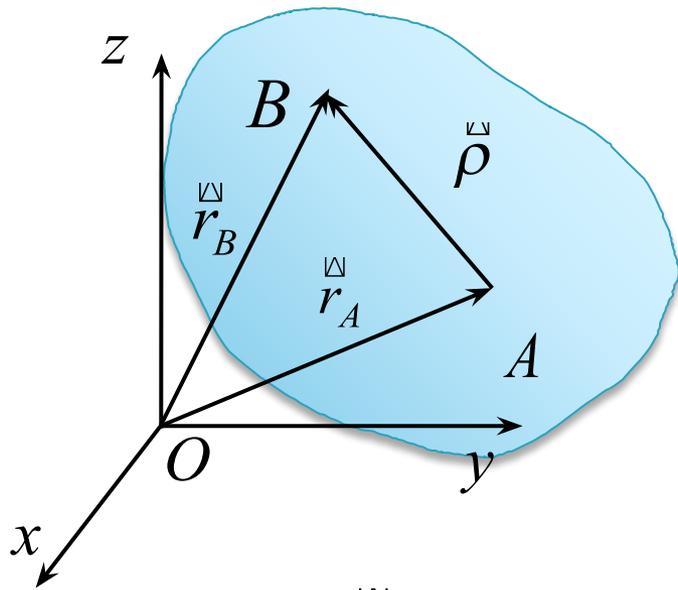
ТЕОРЕМА О СЛОЖЕНИИ СКОРОСТЕЙ

Скорость любой точки тела в плоском движении равна векторной сумме скорости в поступательном движении тела вместе с полюсом и скорости вращения точки вокруг полюса:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{\omega} \times \vec{\rho} = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}$$

\vec{v}_B - скорость точки, \vec{v}_A - скорость полюса,
 \vec{v}_{BA} - скорость вращения точки вокруг полюса.

ТЕОРЕМА О СЛОЖЕНИИ СКОРОСТЕЙ



$$\vec{r}_B = \vec{r}_A + \vec{\rho};$$

$$\frac{d\vec{r}_B}{dt} = \frac{d\vec{r}_A}{dt} + \frac{d\vec{\rho}}{dt}$$

$$\frac{d\vec{r}_B}{dt} = \vec{v}_B, \quad \frac{d\vec{r}_A}{dt} = \vec{v}_A$$

$$\frac{d\vec{\rho}}{dt} = ?$$

Вектор описывает вращательное движение точки B вокруг A .

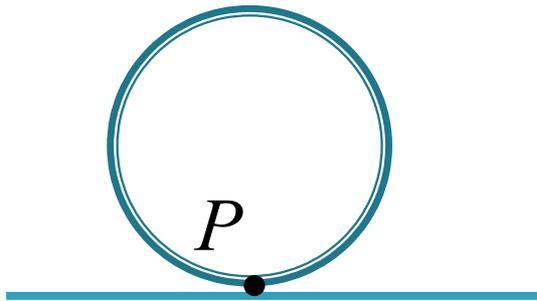
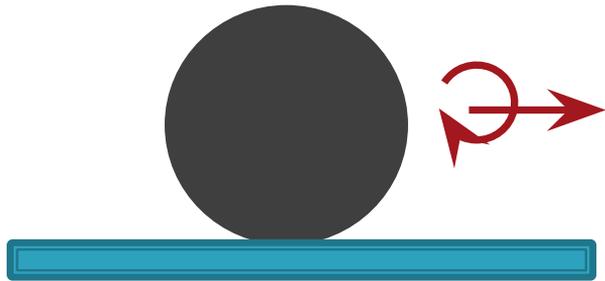
$$\frac{d\vec{\rho}}{dt} = \vec{v}_{BA}$$

$$\vec{v}_{BA} = \omega \cdot AB; \quad \vec{v}_{BA} \perp AB$$

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}$$

МГНОВЕННЫЙ ЦЕНТР СКОРОСТЕЙ (МЦС)

точка на системе отсчета, связанной с телом, скорость которой в данный момент времени равна нулю



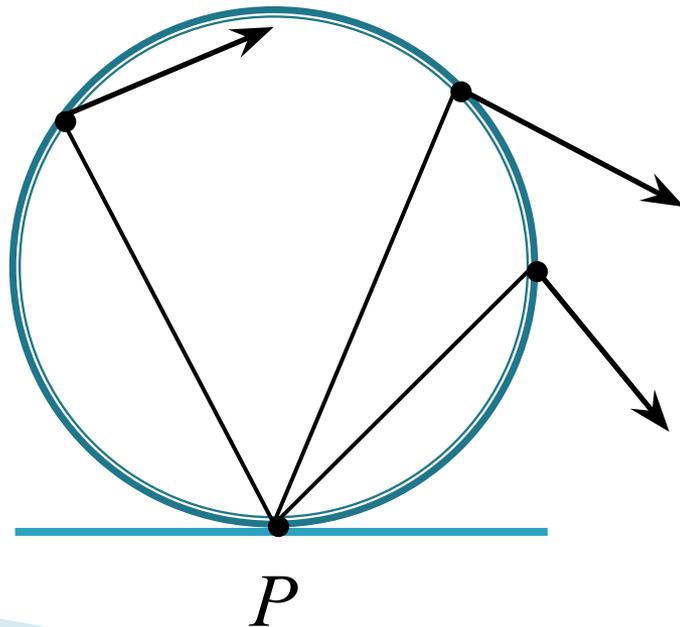
Пример

Качение без
проскальзывания по
неподвижной поверхности

Мгновенный центр
скоростей находится в точке
касания тела с неподвижной
поверхностью.

МГНОВЕННЫЙ ЦЕНТР СКОРОСТЕЙ

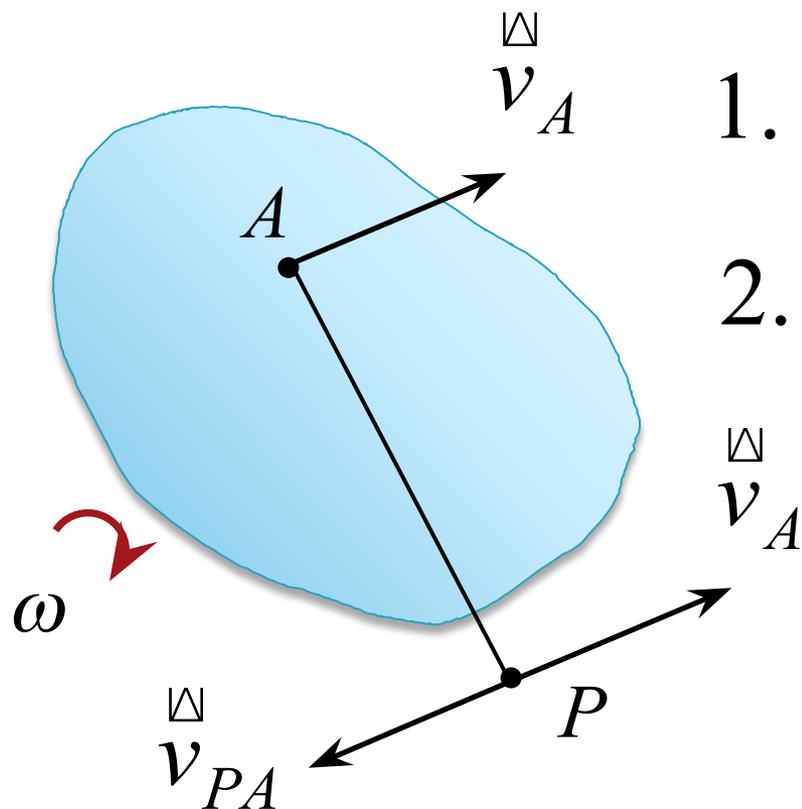
Распределение скоростей точек тела в плоском движении такое же, как и при вращении тела вокруг МЦС.



$$v_B = \omega R_B = \omega |PB|$$

ТЕОРЕМА О МЦС

Если тело движется непоступательно, то мгновенный центр скоростей существует, эта точка единственная



1. $v_A = 0 \Rightarrow A - \text{МЦС}$

2. $v_A \neq 0$

$AP \perp v_A \quad AP = v_A / \omega$

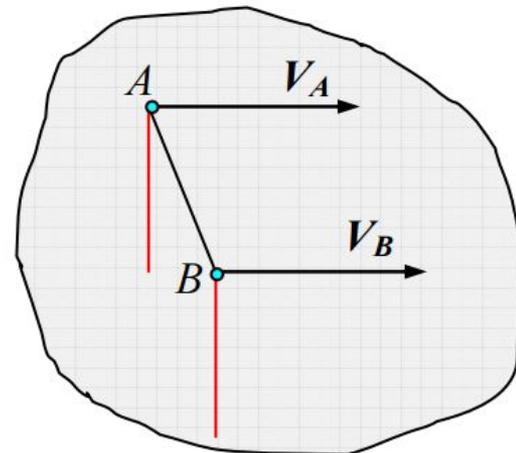
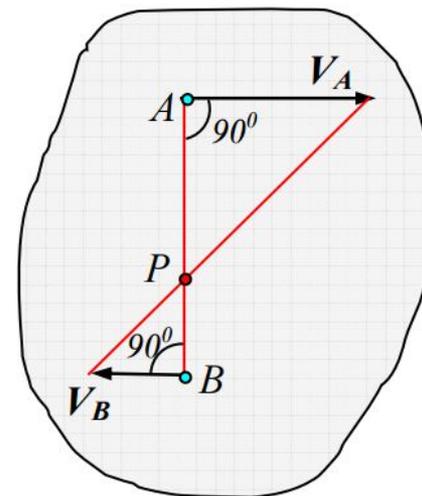
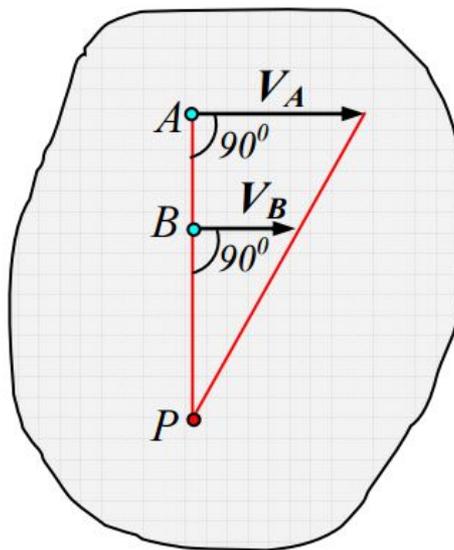
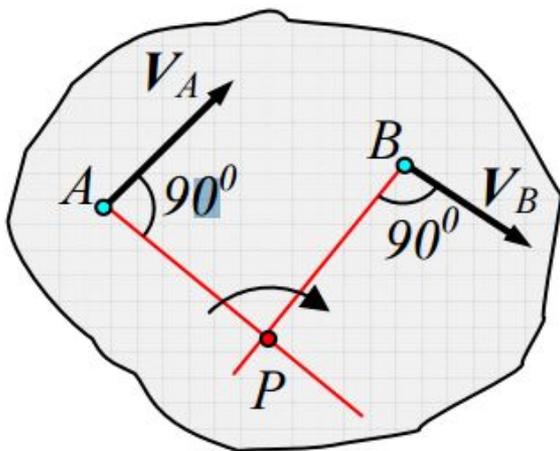
$v_P = v_A + v_{PA}$

$v_{PA} = \omega |AP| = v_A \Rightarrow v_P = 0$

СПОСОБЫ НАХОЖДЕНИЯ МЦС

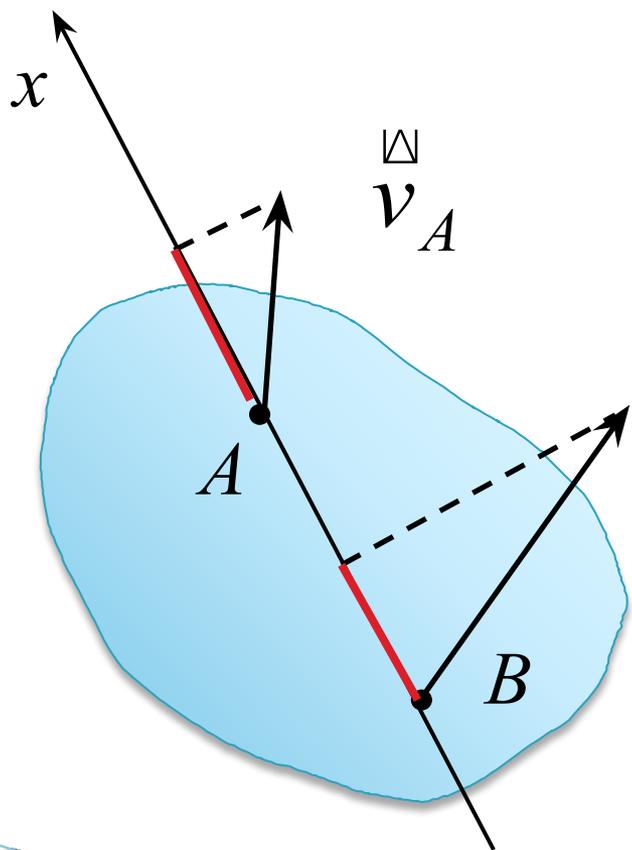
1. $v_A, \omega \Rightarrow$ Теорема о МЦС

2. *Направление* $\overset{\sphericalangle}{v}_A, \overset{\sphericalangle}{v}_B$



ТЕОРЕМА О ПРОЕКЦИЯХ

Проекции скоростей двух точек плоской фигуры на прямую, проходящую через эти точки, одинаковы



$$\overset{\sqcap}{v}_B = \overset{\sqcap}{v}_A + \overset{\sqcap}{v}_{BA}$$

$$v_{B_x} = v_{A_x} + v_{BA_x}$$

$$\overset{\sqcap}{v}_{BA} \perp AB \Rightarrow v_{B_x} = v_{A_x}$$